



TITLE:

保護管附熱電對に依る觸媒充填層の溫度測定に於ける誤差に就て

AUTHOR(S):

兒玉, 信次郎; 福井, 謙一; 手島, 達郎

CITATION:

兒玉, 信次郎 ...[et al]. 保護管附熱電對に依る觸媒充填層の溫度測定に於ける誤差に就て. 京都大学化研講演集 1949, 17: 105-108

ISSUE DATE:

1949-03-05

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/73872>

RIGHT:

第1圖にこの $r_{crit}—(\sigma, h)$ 等高線圖を示す。

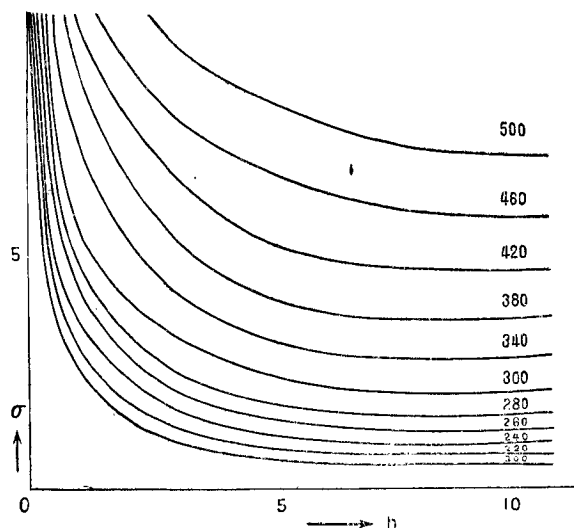
又この場合 x_{max} が $\frac{L}{R}=\lambda$ よりも小なるか否かを吟味しなければならぬ。式(1)に於て、 τ_{max} を與へる x_{max} は σ, r, h の函數である。従つて $x_{max}=\lambda$ となる如き r (之を r_λ と名づける) は σ, h 及 λ の函數である。依つて r_λ の値を一定の r に對して σ, h を兩函とした等高線圖で表わしておけば、一定の反應條件に於ける r_λ の値がこの圖より直に求まる。即ち、

$(\theta_z)_{max}$ の出来る位置が反應層の中にあるか否かを決定することが出来る。この $r_\lambda—(\sigma, h)$ 等高線圖を第2圖に示す。

等高線圖の使用法の一例として Damköhler (Z. Elektroch., 44 228, [1938]) の亞酸化窒素の分觸反應に關する反應管内最高溫度と、流速との關係に就ての實驗に於て流速が増しても、 $(\theta_z)_{max}$ は殆ど増さず、一定に近いという結果を示しているが、本報の方法によつてこの場合の r_{crit} を求めると $r_{crit}=0.0039$ となり、之は $v_{crit}=0.59$ に對應するに對し、彼の實驗ではすべて $v>30$ の所で行つていたのであるから、流速によつて $(\theta_z)_{max}$ が殆ど變化しないことは當然了解される。即ちこの等高線圖の用途を要約すれば次のようである。

- (i) 流速による最高溫度値の變化が略々恒値となる限界流速を知ることが出来る。
- (ii) 或與えられた條件に於て流速による最高溫度値の變化の模様が大概知り得る。
- (iii) 與えられた反應管長に於て最高溫度値が管末端に現われる如き流速の値を知り得る。

第2圖(□) $r_\lambda—(\sigma, h)$ 等高線圖(2) $\lambda=100$



保護管附熱電對に依る觸媒充填層の 溫度測定に於ける誤差に就て

兒玉信次郎・福井謙一・手島達郎

熱電對、寒暖計等が管中の流體中に置かれた場合の示度の持つ誤差の中、管壁と溫度計との間の輻射授受及流體と溫度計との間の熱傳達との平衡の存在に基く誤差に關しては古くから注

意され、その算定法及誤差防止の方法も充分明かになつてゐるが、溫度計を保護管に包んで管長方向の溫度分布を測定する場合に保護管構成物質内部の熱傳導に基く誤差に關しては、その定量的の大きさ及其算定法が從來明かにされてゐないと思われる。茲では斯る原因によつて起る誤差のみに着目して、この誤差と種々の物理量との關係を明かにし、實驗との比較結果を述べる。

I. 保護管及其内部の熱傳

導方程式

先づ輻射授受による誤差は無視し、又熱電對自身の熱傳導は無視出来るものとする。又保護管及其内部の充滿物質はその兩端が斷熱せられてゐるものと假定する。座標軸は第1圖の如く選び熱電對は保護管内部中心軸上を端から端まで移動させて、その長さの方向の溫度分布を測定するものとする。

假定により (i) 保護管外壁と

外部との熱の授受は外部反應流體との熱傳達のみによる。(ii) 熱電對溫度計の示度は $(\theta_I)_{r=0}$ を正確に與える。(iii) $l=0$ 及 $l=L$ に於て $\frac{\partial \theta_I}{\partial l} = \frac{\partial \theta_{II}}{\partial l} = 0$ とし得る。すると保護管内部充滿物質及び保護管構成物質中に於て夫々次の微分方程式が成立つ。

$$K_I \left(-\frac{\partial^2 \theta_I}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \theta_I}{\partial r} + \frac{\partial^2 \theta_I}{\partial l^2} \right) = 0 \quad (1)$$

$$K_{II} \left(-\frac{\partial^2 \theta_{II}}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \theta_{II}}{\partial r} + \frac{\partial^2 \theta_{II}}{\partial l^2} \right) = 0 \quad (2)$$

境界條件は

$$r=R_I \text{ に於て } \theta_I = \theta_{II} \text{ 及 } -K_I \frac{\partial \theta_I}{\partial r} = -K_{II} \frac{\partial \theta_{II}}{\partial r} \quad (3)$$

$$r=R_{II} \text{ に於て } h(f(l) - \theta_{II}) = K_{II} \frac{\partial \theta_{II}}{\partial r} \quad (4)$$

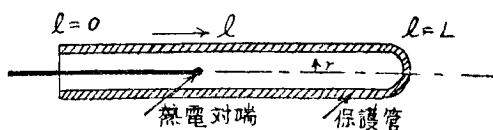
$$l=0 \text{ 及 } l=L \text{ に於て } \frac{\partial \theta_I}{\partial l} = \frac{\partial \theta_{II}}{\partial l} = 0 \quad (5)$$

茲に各文字の意味は第2圖に示す通りである。そこで問題は、(1) (2) (3) (4) (5) を解いて $(\theta_I)_{r=0} = g(l)$ を求め、之と $f(l)$ 、即ち反應流體溫度とを比較すれば誤差の大きさが分ることになる。

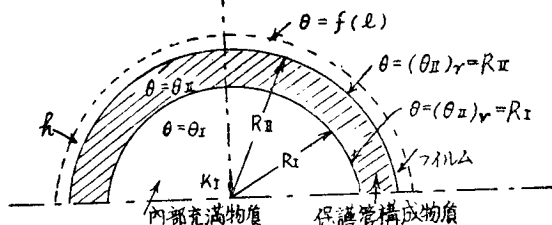
II. $f(l)$ の形に對する假定

實際の場合には $f(l)$ は種々な複雑な曲線であるが、茲では計算の便宜上次の代表的な二つ

第 1 圖



第 2 圖



K: 熱傳導率 R: 半径 θ : 溫度 h: 熱傳達率

の場合を選び計算を行い誤差の算定を行う。實際の場合にはこの兩者を適當に組合せ勘案すれば大略の誤差の程度を知ることが出来る。

$$\text{イ. } f_1(l) = \theta_0 + \theta_1 \sin \frac{\pi l}{L} \quad (\text{山形}) \quad (6)$$

$$\text{ロ. } f_2(l) = \theta_0 + \theta_2 \left(1 - \frac{l}{L}\right) \quad (\text{直線狀}) \quad (7)$$

Ⅲ. 微分方程式の解

イの場合 $g(l)$ を正確に求めると、

$$g_1(l) = \theta_0 + \frac{2}{\pi} \left[1 + \sum_{m=1}^{\infty} A_m \cos \frac{2m\pi}{L} l \right] \quad (8)$$

$$\text{茲に } A_m = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q_1}{1 - (2m)^2} \cdot \frac{1}{Q_m} \quad (9)$$

$$Q_m = x_m I_1(x_m) \{ K_0(y_m) - \alpha y_m K_1(y_m) \} (1 - \sigma) I_0(x_m) + x_m \{ I_0(y_m) + \alpha y_m I_1(y_m) \} \times \{ \sigma I_1(x_m) K_0(x_m) + I_0(x_m) K_1(x_m) \} \quad (10)$$

$$\text{茲に } x_m = \frac{2m\pi}{L} R_I, \quad y_m = \frac{2m\pi}{L} R_{II}, \quad \alpha = \frac{K_{II}}{h R_{II}}, \quad \sigma = \frac{K_I}{K_{II}} \quad (11)$$

又 $I_n(x)$, $K_n(x)$ は夫々第1種及第2種の n 階の變形ベッセル函數である。

ロの場合

$$\text{同様に } g_2(l) = \theta_0 + \frac{1}{2} \left[2 + \sum_{m=1}^{\infty} A_m \cos \frac{(2m-1)\pi}{L} l \right] \quad (12)$$

$$A_m = \frac{4Q_2}{(2m-1)^2 \pi^2} \cdot \frac{1}{Q_m} \quad (13)$$

(Q_m はイの場合と同形、但しロの場合は(11)の x_m , y_m の式の右邊の $2m\pi$ を $(2m-1)\pi$ とする)。

Ⅳ. 誤差に関する考察

上述のような意味に於て誤差は $f(l)$ と $g(l)$ との差で與えられる。即ち

$$\Delta(l) = |f(l) - g(l)| \quad (14)$$

今、イの場合に誤差とそれに入ってくる諸恒數との關係を求めると、先づ保護管の壁が薄く且つ保護管が細くて長いという條件を入れると通常の場合に適合する Q_m (10式) の近似式として

$$Q_m = (1 + \frac{1}{4} x_m^2) \{ 1 + \alpha (x_m + \delta_m) \delta_m \} + \frac{1}{2} \beta (x_m^2 - \delta_m^2) + \frac{1}{2} \sigma x_m \delta_m \quad (15)$$

を得る。茲に

$$\beta = \sigma \alpha = \frac{K_I}{h R_{II}}, \quad \delta_m = y_m - x_m$$

である。これを(6)(8)(9)(14)に代入して考察すれば次の結論を得る。

(i) R_I 及 K_I が小なる程誤差は小となる。

(ii) K_{II} が次の値をとるとき誤差は最小になる。

$$(K_{II})_{\min} \approx \sqrt{K_I h R_I}$$

(iii) なるべく保護管の長さの方向に對して中央部に熱電對の先端がくるようにして測溫するほど誤差は小となる。

ロの場合も同様の結論を得る。

V. 實驗との比較結果

1½" ガス管を使用し, ZnO-CrO₃ 系觸媒 2.20 l を 1.8m の長さに充填し, アセチレンを 200 l (N.T.P.)/hr の流速で 2000 g/hr の水蒸氣と共に常壓で通過せしめる。保護管は ½" ガス管を使用しその測溫方式は反應溫度は第 3 圖の通りとする。

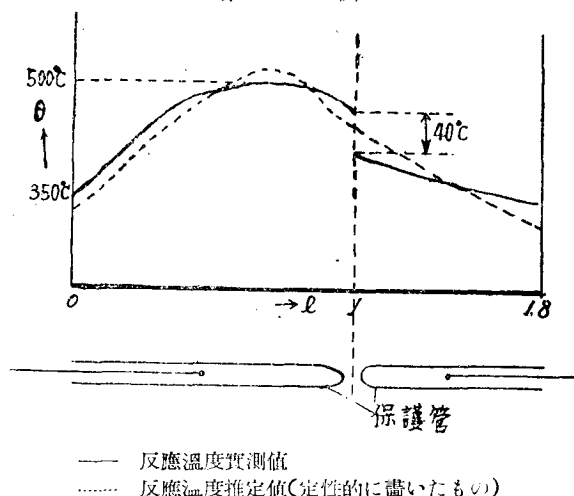
第 3 圖に於て 2 つの保護管の接目に於て 40°C という相當大なる不連続曲線を示す。これが如上の原因に基くものとして上述の理論を適用して見る。近似的

に, $l=0 \sim 1$ の部分にはイの場合の $f(l)$ 式を採用し, 第 3 圖より $\theta_1 = 100$ とする。又 $l=1 \sim 1.8$ の部分にはロの場合の $f(l)$ 式を採用し $\theta_2 = 100$ とし, 次の各數値を用いて (14) 式より Δ の値を求めると,

$$\begin{aligned} \text{イの場合}(l=1) \quad \Delta_1(l) &= 25 \quad \text{即ち不連続部分の喰違ひ} \\ \text{ロの場合}(l=1.8) \quad \Delta_2(o) &= 12 \quad \Delta_{\text{discont}} = \Delta_1(l) + \Delta_2(o) = 37^\circ\text{C} \end{aligned}$$

即ち實驗的の喰違ひ 40°C と極めてよく一致する。これは少くとも本論文の如き誤差機構の存在の可能性を示すものである。

第 3 圖



パラジウムによる水素の吸着

多羅間公雄・宮川俊男・森島直正

パラジウム(Pd)の觸媒作用に關する研究に關連して, 吾々が使用せんとする Pd-觸媒に對する水素の吸着を研究した結果に基き報告する。測定法は普通の靜的方法により恒壓下で容積變化から吸着量を測定する方法を以て, 吸着速度と平衡吸着量とを溫度 0°~180°C, 壓力 1~1/2atm の範圍で測定した。使用した Pd-觸媒は鹽化パラジウム溶液からマグネシウムによ